

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ВАЛКОВЫХ СТАЛЯХ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ВОДОКАПЕЛЬНЫМ ЗАКАЛОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Майсурадзе М.В., Ануфриев Н.П., Шерстнев Г.В.

Руководитель: д.т.н., проф. Юдин Ю.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина», ugtu-tofm@rambler.ru

В связи с тем, что стали различного химического состава обладают разной устойчивостью переохлажденного аустенита, необходимо точно определять интенсивность охлаждения прокатных валков различного диаметра из конкретной марки стали, чтобы обеспечить образование закаленного слоя требуемой глубины. Экспериментально определить подобную зависимость для каждой марки валковой стали невозможно из-за больших материально-временных затрат. Поэтому целесообразно провести компьютерное моделирование охлаждения валков разного диаметра из разных марок стали в водокапельном закалочном устройстве, и оценить, каким образом влияют условия охлаждения на формирование рабочего закаленного слоя.

Проведено численное моделирование влияния расстояния от форсунок до охлаждаемой поверхности на распределение перлита по сечению бочки валков из сталей 9ХФ, 50ХН и 45Х5МФ радиусом 200, 600 и 1000 мм. Расчёт доли перлита произведён с помощью метода прогнозирования структурных превращений при заданном законе охлаждения [1]. Исходными данными для расчета являлись изотермические диаграммы распада переохлажденного аустенита рассматриваемых сталей 9ХФ и 50ХН [2] и экспериментально определенные зависимости коэффициента теплоотдачи от температуры. Расчеты проводили для расстояния от форсунок до охлаждаемой поверхности $H = 250, 350, 450$ мм при расстоянии между форсунками $L = 150$ мм.

Расчетами установлено, что валок диаметром 200 мм из стали 45Х5МФ не содержит в структуре перлит при любом удалении форсунок от охлаждаемой поверхности. Наименьшей прокаливаемостью обладает сталь 9ХФ, которая при $H = 350$ мм уже на глубине 5 мм содержит до 80 % перлита. При расстоянии $H = 250$ мм валки из сталей 9ХФ и 50ХН имеют активный слой, содержащий менее 5 % перлита, толщиной порядка 15 мм.

При охлаждении валков диаметром 600 мм из сталей 9ХФ и 50ХН упрочненный слой не образуется: при максимальной интенсивности охлаждения (расстояние от форсунок до охлаждаемой поверхности $H = 250$ мм) содержание перлита на глубине 5 мм составляет порядка 10 %. При увеличении расстояния H до 350 мм на глубине 5 мм образуется до 60 % перлита в стали 50ХН и 100 % перлита в стали 9ХФ. Объемная доля перлита по сечению валка диаметром 600 мм из стали 45Х5МФ не

превышает 5 % при любом удалении форсунок от охлаждаемой поверхности (рис. 2, а). В случае охлаждения валка диаметром 1000 мм в сталях 9ХФ и 50ХН образуется 90...100 % перлита по всему сечению изделия, в то время как валок из стали 45Х5МФ будет иметь упрочненный слой глубиной 100...120 мм (рис. 2, б).

Таким образом, для валка из стали 45Х5МФ изменение расстояния от форсунок до охлаждаемой поверхности в диапазоне 250...450 мм существенно не влияет на характер распределения перлита по сечению изделия, в отличие от валков из сталей 50ХН и 9ХФ. Для валков из сталей 9ХФ и 50ХН оптимальным будет расстояние от форсунок до охлаждаемой поверхности $H = 250...300$ мм, когда обеспечивается максимальная интенсивность теплоотдачи. При охлаждении валков из стали 45Х5МФ следует, наоборот, снижать интенсивность теплоотвода, т.к. повышенная скорость охлаждения в интервале температур мартенситного превращения способствует формированию повышенного уровня временных и остаточных напряжений. Поэтому при охлаждении таких валков следует обеспечить расстояние от форсунок до охлаждаемой поверхности $H=350...400$ мм.

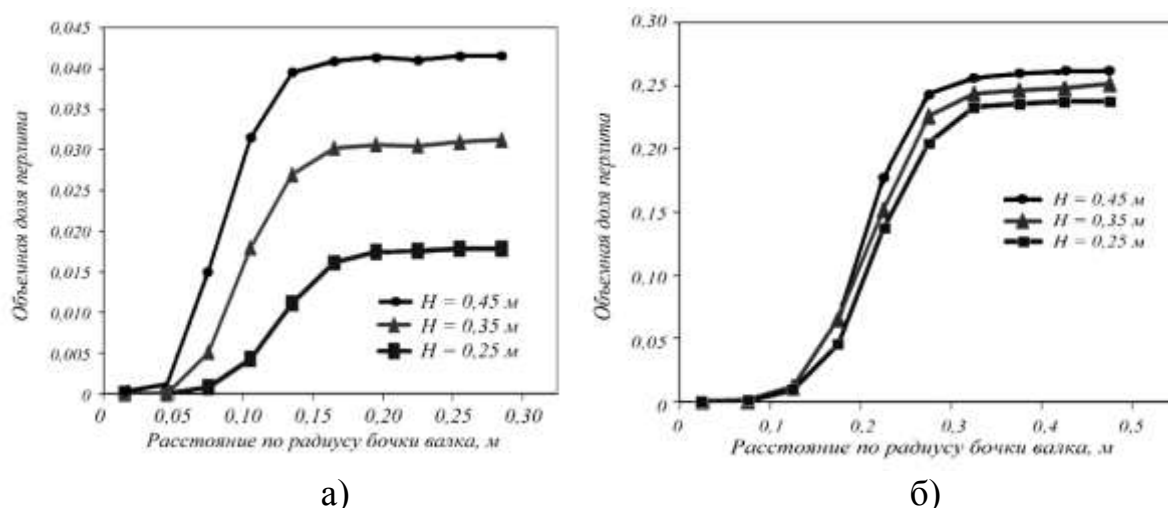


Рисунок 2. Распределение перлита по сечению бочки валка из стали 4Х5МФ при различном расстоянии от форсунки до охлаждаемой поверхности: а) диаметр валка 600 мм; б) диаметр валка 1000 мм.

Список литературы

1. Адамова Н. А. Напряжённо-деформированное состояние деталей при регулируемом охлаждении/ Н. А. Адамова, Н. В. Власова, В. Г. Сорокин // МиТОМ. 1991. № 4. С. 29...30.
2. Попова Л. Е. Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-раствора в сплавах титана / Л. Е. Попова, А. А. Попов. М.: Металлургия, 1991. 502 с.